

Prototipe Sistem Deteksi PMK Menggunakan Gambar Citra Digital Sebagai Upaya Menjaga Kesehatan Ternak di Sumbawa

Siska Atmawan Oktavia^{1*}, Wiwin Apri Hartina², Devi Tanggasari³, Rabiyyatunnisah⁴

¹*Fakultas Rekayasa Sistem, Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa, Indonesia

²Fakultas Ilmu dan Teknologi Hayati, Program Studi Peternakan, Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa, Indonesia

³Fakultas Ilmu dan Teknologi Pertanian, Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia

⁴Fakultas Rekayasa Sistem, Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa, Indonesia

Email: ¹*Siska.atmawan.oktavia@uts.ac.id, ²Wiwin.apri.hartina@uts.ac.id, ³Devi.tanggasari@uts.ac.id, ⁴rabiyyatunnisah@gmail.com

Abstrak- Industri sapi diseluruh dunia menghadapi ancaman besar dari penyakit mulut dan kuku (PMK) karena virus menular. Di Kabupaten Sumbawa puncak PMK terjadi pada tahun 2022 sejumlah 12.814 ekor. Skrining pada PMK sangat penting dilakukan untuk deteksi dini dan pengobatan dini. Saat ini, deteksi yang dilakukan oleh petugas kesehatan hewan masih bersifat manual yang membutuhkan waktu 48 jam per satu hewan untuk mendapatkan hasil diagnosis dan rentan terhadap kesalahan. **Tujuan** peneliti akan membuat Prototipe Sistem Deteksi Otomatis yang meliputi Aplikasi sistem deteksi otomatis penyakit mulut dan kuku (PMK) menggunakan App Designer (GUI) system-MATLAB dalam membantu Petugas Kesehatan Hewan saat mendiagnosis hewan yang terserang PMK, menghemat waktu, biaya dan hewan terselamatkan. **Metode** yang di usul untuk mengekstrak fitur pembeda sapi secara otomatis dan klasifikasi apakah sapi tersebut sakit atau sehat dengan memanfaatkan keunggulan model Convolutional Neural Network (CNN). Berdasarkan **hasil evaluasi sistem** yang dibangun, sistem yang diusul dengan menggunakan algoritma Convolutional Neural Network memiliki performa lebih baik dengan akurasi (100%) dari aplikasi WEKA yaitu SMO dengan akurasi (90%), IBk (87%), Trees.J48 (86%) dan Naive Bayes (79%). Oleh karena itu, teknik untuk pemrosesan citra digital yang sangat efisien dan akurat harus digunakan untuk menghasilkan skrining penyakit PMK yang efektif. Sistem pendukung keputusan yang diusulkan untuk skrining klinis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dan membantu mengurangi beban kerja Petugas Kesehatan Hewan saat deteksi penyakit mulut dan kuku PMK.

Kata Kunci: *Prototipe, Sistem, Penyakit Mulut dan Kuku, Deteksi, Citra Digital*

Abstract- The cattle industry worldwide faces a major threat from foot-and-mouth disease (FMD) due to the contagious nature of the virus. In Sumbawa Regency, FMD peaked in 2022 with 12,814 cases. Screening for FMD is very important for early detection and treatment. Currently, detection conducted by animal health officers is still manual, requiring 48 hours per animal to obtain diagnostic results and is prone to errors. The researchers aim to create a Prototipe Automatic Detection System that includes an automatic foot-and-mouth disease (FMD) detection system application using App Designer (GUI) system-MATLAB to assist animal health officers in diagnosing animals infected with FMD, saving time and costs and saving animals. The proposed method for automatically extracting distinguishing features of cattle and classifying whether the cattle are sick or healthy utilizes the advantages of the Convolutional Neural Network (CNN) model. Based on the evaluation results of the developed system, the proposed system using the Convolutional Neural Network algorithm has better performance with an accuracy of 100% compared to the WEKA application, namely SMO with an accuracy of 90%, IBk (87%), Trees.J48 (86%), and Naive Bayes (79%). Therefore, highly efficient and accurate digital image processing techniques must be used to produce effective FMD disease screening. The proposed decision support system for clinical screening is expected to make a significant contribution and help reduce the workload of Animal Health Officers in detecting foot-and-mouth disease (FMD).

Keywords: Prototipe, System, Foot-and-Mouth Disease, Detection, Digital Image

1. PENDAHULUAN

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) adalah penyakit menular yang menyerang *Artiodactylae* pada kebanyakan hewan berkuku terbelah [1] seperti sapi, babi, domba, kambing, dan banyak spesies ungulata liar lainnya. Penyakit mulut dan kuku (PMK) mempengaruhi wilayah yang luas di seluruh dunia dan termasuk dalam daftar penyakit yang harus diberitahukan kepada Organisasi Kesehatan Hewan Dunia. Penyakit ini dikenal sebagai penyakit epidemi yang signifikan yang mengancam industri peternakan dunia [2]. Menurut Organisasi Kesehatan Hewan Dunia (WOAH) penyakit mulut dan kuku (PMK) telah diakui secara resmi di 69 negara dan 21 zona di seluruh dunia bebas penyakit mulut dan kuku (PMK), dengan atau tanpa vaksinasi. Di sisi lain, lebih dari 100 negara yang dianggap terkena penyakit PMK secara endemic [3]. Pertama kalinya penyakit penyakit mulut dan kuku (PMK) mewabah di Indonesia saat kebijakan impor daging dan ternak hidup dari negara India yang belum memiliki status penyakit mulut dan kuku (PMK) [4].

Saat ini, Provinsi NTB berada di peringkat ke-6 dengan total kasus sebanyak 3.968 penyakit mulut dan kuku (PMK) aktif, Kabupaten Sumbawa menempati peringkat kedua, diikuti oleh Kabupaten Lombok Tengah dan Kabupaten Bima, dengan 1.282 kasus penyakit mulut dan kuku (PMK) aktif di Sumbawa, 640 kasus di Bima, dan 1.675 kasus di Lombok Tengah [5]. Pada bulan April 2022, peternakan sapi tengah menghadapi masalah yang cukup serius akibat dari

penyebaran penyakit kuku dan mulut (PMK) atau *Food and Mouth Diseases (FMD)* begitu cepat [6] yang disebabkan oleh bakteri *Genus Aphovirus* dan *Family Picornaviridae*. Komunitas peternakan terkena dampak dari kejadian penyakit mulut dan kuku (PMK), yang pada akhirnya mengurangi kelangsungan hidup ternak [7]. Gambar 1 menunjukkan ciri-ciri dari penyakit mulut dan kuku (PMK).



Gambar 1. Ciri-ciri penyakit mulut dan kuku (PMK)

Deteksi pada penyakit mulut dan kuku (PMK) menggunakan metode sistem pakar yaitu kepastian faktor (*Certainty Factor*) dengan menggunakan data yang telah tervalidasi dan didukung penuh oleh dokter sebagai ahlinya [8]. Namun, pengoperasian dengan cara ini sangat rumit dan rawan kesalahan, karena melibatkan perpindahan data antar database dan sistem seperti ini memiliki deteksi dan pengelolaan kesalahan yang jauh lebih lemah, baik dalam entri data maupun analisis, dibandingkan sistem yang terintegrasi penuh [9]. Penggunaan model Convolutional Neural Network (CNN) pada aplikasi medis terbukti lebih efektif, termasuk dalam diagnosis penyakit mata karena tingkat kemampuan yang kompleks dalam citra tinggi dan kemampuan menangkap pola visual yang halus [10]. Convolutional neural network (CNN) dapat menganalisis, mengklasifikasikan, dan mendeteksi gambar untuk membantu diagnosis dan deteksi penyakit secara otomatis [11]. Dengan perkembangan teknologi terbaru, manusia terbantu dengan adanya metode convolutional neural network (CNN) dapat mengenali macam penyakit [12].

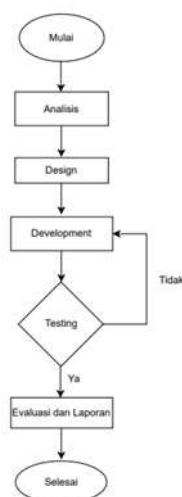
Menurut [13] **sistem deteksi otomatis** dengan menggunakan citra fundus mata untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi saat ini dalam skrining retinopati diabetik, seperti diagnosis manual dokter mata dan waktu yang dibutuhkan [14] sehingga membutuhkan pengembangan solusi otomatis. [15] Sistem klasifikasi otomatis dengan akurasi skrining retinopati diabetik yang tinggi akan membantu mengurangi beban kerja tenaga kesehatan dalam proses deteksi dini retinopati diabetik. [16] Algoritma support vector machine (SVM), dan K-Nearest Neighbors (KNN) digunakan pada sistem untuk dilakukan perbandingan akurasi dengan aplikasi WEKA. Didapat hasil aplikasi memiliki performa yang lebih baik (96%) pada SVM dan KNN dibandingkan IBK dan Trees.J48 (88,5%) pada dataset Diaretdb0. Namun, pada dataset expert dan messidor, aplikasi WEKA memiliki akurasi yang lebih baik (96,15%). [17] Identifikasi penyakit mulut dan kuku secara otomatis yang menerapkan algoritma *deep learning* yang berkonsentrasi pada YOLOv4-tiny dan YOLOv4 sebagai pembanding dataset mana yang lebih efektif dalam mendeteksi penyakit pada sapi. Hasil menunjukkan YOLOv4 memperoleh tingkat akurasi 98% lebih akurat dan lebih cepat sedangkan YOLOv4-tiny memperoleh tingkat akurasi rendah dan kecepatan deteksi lebih cepat dibandingkan YOLOv4. Dengan penerapan algoritma deep learning dapat meningkatkan deteksi penyakit [18]. Selain itu, [19] pendekatan yang banyak digunakan untuk klasifikasi dan deteksi penyakit oleh para peneliti yaitu metode convolutional neural network (CNN) dengan nilai keakuratan (99%). Sehingga, peneliti memilih menggunakan algoritma convolutional neural network (CNN) pada sistem yang dibangun, dan aplikasi WEKA untuk perbandingan akurasi.

Tantangan bagi Petugas Kesehatan Hewan di Sumbawa saat ini yaitu keterbatasan Petugas Kesehatan Hewan, deteksi yang dilakukan oleh petugas kesehatan hewan masih bersifat manual yang membutuhkan waktu 48 jam per satu hewan untuk mendapatkan hasil diagnosis, dan rentan terjadi kesalahan dalam diagnosis penyakit mulut dan kuku (PMK). Berdasarkan data dari dinas kesehatan hewan kabupaten sumbawa, puncak penyakit mulut dan kuku (PMK) menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan pada tahun 2022 dengan jumlah 12.814 ekor sapi yang terkena penyakit mulut dan kuku. Peningkatan jumlah kasus yang terjadi membuat petugas kesehatan mengalami kelelahan dan sering terjadinya *human error*. Oleh karena itu, dengan adanya sistem yang dibangun dapat membantu petugas dalam mendiagnosis penyakit mulut dan kuku (PMK). **Tujuan** dari *Prototype* Sistem Deteksi Otomatis pada Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) membantu petugas kesehatan hewan saat mendiagnosis hewan yang terserang penyakit mulut dan kuku (PMK), menghemat waktu, biaya dan hewan terselamatkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Introduction

Pada penelitian ini, sistem yang digunakan pada pengembangan metodologi ini yaitu *System Development Life Cycle (SDLC) Waterfall*. Penelitian dilakukan secara sistematis yang terdiri dari lima tahapan yang disusun seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 2: Alur Penelitian [20]

2.2 DataSet

Pengumpulan dataset pada penelitian merupakan kegiatan terpenting dilakukan, dataset berupa gambar citra digital yang dikumpul dari Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Kabupaten Sumbawa sejumlah 50 gambar citra digital penyakit mulut dan kuku (PMK) dan 150 gambar normal (sehat) diambil dari Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi yang didampingi langsung oleh dokter hewan dan petugas kesehatan hewan pada pengambilan data gambar citra digital, UPT Pusat Kesehatan Moyo Hulu, dan beberapa peternak sapi di kecamatan moyo hulu, moyo hilir dan lopok di Kabupaten Sumbawa. Adapun contoh dari dataset citra digital sapi yang terindikasi terkena penyakit mulut dan kuku (PMK) dan sapi sehat dapat di lihat pada gambar 2.



Gambar 2: Contoh dataset citra digital pakar penyakit mulut dan kuku (PMK) sapi sehat

Sistem yang masih bersifat manual yang digunakan oleh Petugas Kesehatan Hewan dalam menentukan diagnosis penyakit, banyak membutuhkan waktu dan rentan terjadinya *error* saat menentukan hasil diagnosis.

2.3. Analisis

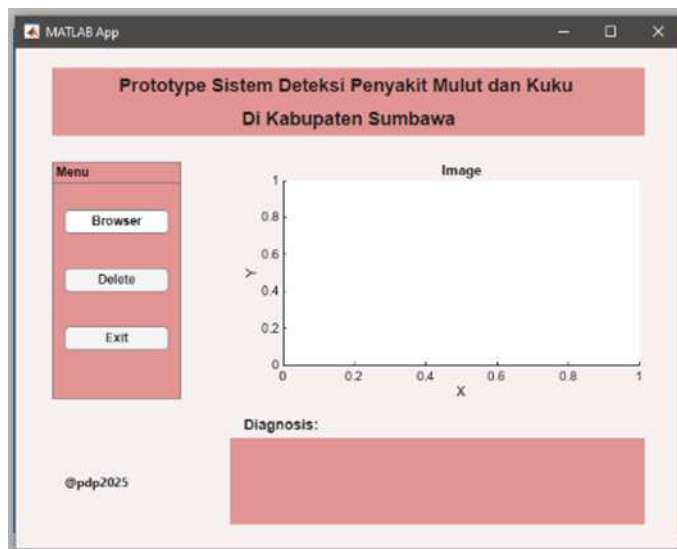
Pada tahapan analisis dilakukan dengan melakukan identifikasi masalah penyakit mulut dan kuku (PMK) di Dinas Peternakan dan Kesehatan Kabupaten Sumbawa dan berbagai literatur lainnya. Selain itu, peneliti menanyakan terkait prosedur pengambilan data dan dikumpulkan dari Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Kabupaten Sumbawa, UPT Pusat Kesehatan Hewan Moyo Hulu, Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi, dan beberapa Peternak Sapi di Kabupaten Sumbawa.

Table 1: Ringkasan tahapan analisis

Sumber	Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Kabupaten Sumbawa, UPT Pusat Kesehatan Hewan Moyo Hulu, Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi, dan Peternak Sapi di Kabupaten Sumbawa.
Jumlah Gambar Citra Digital	200 gambar citra digital
Jumlah Gambar Pakar	170 gambar (85 citra digital PMK dan 85 citra digital Sehat)
Pakar diagnosis	Drh. Rayjib H.

2.4 Design

Ditahapan desain aplikasi peneliti mengusulkan menggunakan *App Designer* (GUI)-Matlab, karena aplikasi ini mudah diimplementasikan dan divisualisasikan, dan juga memberikan banyak pilihan komponen *Graphical User Interface* (GUI). Gambar citra digital yang diambil merupakan data terpenting dalam studi penelitian ini. Gambar citra digital penyakit mulut dan kuku (PMK) diambil oleh Dokter Hewan dan Petugas Kesehatan Hewan. Gambar 3 menunjukkan desain sistem yang diusul peneliti dalam pengembangan sistem.



Gambar 3: *Design* sistem deteksi PMK

2.4 Development

Selanjutnya pada tahapan pengembangan sistem deteksi otomatis penyakit mulut dan kuku menggunakan Aplikasi Matlab yang menerapkan teknik preprosesing citra dan klasifikasi. Gambar citra digital yang di input pada sistem akan menampilkan hasil diagnosis otomatis. Ada beberapa tahapan dalam penerapan proses citra digital yaitu, input citra digital bentuk red, green, blue (RGB) dan jika gambar berbentuk grayscale maka akan dikonversi kedalam bentuk red, green, blue (RGB), setelah itu semua gambar diubah ke ukuran 100 x 100 piksel dan baca kustom agar resize dilakukan otomatis. Selanjutnya, memastikan tipe data gambar adalah uint8. Pada klasifikasi menggunakan model Convolutional Neural

Network (CNN) meniru cara kerja visual cortex manusia dengan memproses secara bertahap dari ekstraksi fitur secara spasial melalui convolution, pooling, dan klasifikasi menggunakan fully connected layer.

2.5 Testing

Pada tahapan testing, pembagian dataset dengan perbandingan 80:20. Data training berjumlah 136 gambar citra digital dan testing sejumlah 34 gambar citra digital. Sistem dalam penentuan hasil diagnosis penyakit mulut dan kuku (PMK) masih bersifat manual yang dilakukan oleh petugas Kesehatan hewan yang kemudian dilakukan perbandingan dengan sistem deteksi otomatis untuk menguji dan meningkatkan sensitivitas dan spesifisitas metode penilaian yang diusulkan. Sensitivitas dan spesifisitas dihitung untuk menguji kapabilitas sistem yang diusulkan dan potensinya sebagai jaminan mutu dalam skrining penyakit mulut dan kuku. Akurasi juga dihitung sebagai salah satu faktor jaminan mutu skrining.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, menyajikan hasil dari eksperimen sistem deteksi otomatis gambar citra digital penyakit mulut dan kuku (PMK). Eksperimen dari penelitian ini akan dijelaskan dengan hasil sebagai berikut. Sistem dimulai dengan gambar citra digital masukan. Pada pra-pemrosesan gambar citra digital, terdapat tiga teknik, yaitu penerapan proses citra digital yaitu, menginput citra digital bentuk red, green, blue (RGB) dan jika gambar berbentuk *grayscale* maka akan dikonversi ke dalam bentuk RGB, setelah itu semua gambar diubah ke ukuran 100 x 100 piksel, membaca kustom agar resize dilakukan otomatis dan kemudian memastikan apakah tipe data gambar adalah uint8 dengan range (0-255) dan jika bukan maka akan di konversi ke im2uint8. Terakhir, pada tahap klasifikasi, citra digital diklasifikasikan menggunakan model klasifikasi Convolutional Neural Network (CNN).

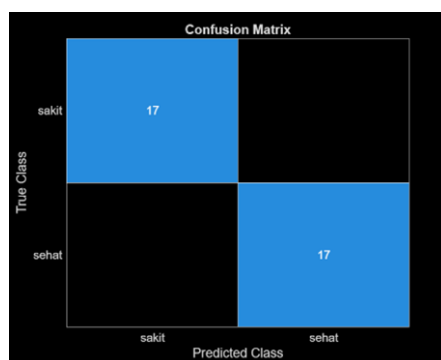
3.1 Klasifikasi

Pada tahap klasifikasi, berbagai pengklasifikasi pembelajaran mesin dapat dilatih untuk mengklasifikasikan citra ke dalam kelasnya masing-masing menggunakan fitur yang diekstraksi setelah tahap pra-pemrosesan citra. Pengklasifikasi yang diusulkan yaitu model Convolutional Neural Network (CNN) di mana ekstraksi fitur pada dasarnya sudah tertanam dalam tahap klasifikasi.

3.1.1 Convolutional Neural Network (CNN)

Model Convolutional Neural Network (CNN) merupakan bagian dari deep learning yang efektif dalam melakukan klasifikasi, deteksi objek, analisis citra, dan lainnya. Convolutional Neural Network (CNN) yang meniru cara kerja korteks visual manusia dengan memproses gambar secara bertahap dimulai dari mengekstraksi fitur spasial melalui convolution, selanjutnya pemilihan fitur penting melalui pooling, dan terakhir melakukan klasifikasi menggunakan *fully connected layers*.

Dataset yang digunakan sebanyak 170 citra digital diproses menggunakan model klasifikasi Convolutional Neural Network (CNN) untuk mendapatkan hasil prediksi dalam bentuk matriks konfusi. Matriks konfusi yang terdiri dari 4 titik yaitu (positif benar (1,1), negatif salah (1,2), positif salah (2,1), dan negatif benar (2,2)). Hasil ini menunjukkan terdapat 17 data positif benar, 0 data negatif benar, 0 data negatif salah, dan 17 data positif salah. Data yang digunakan dan diproses menggunakan model klasifikasi ini memperoleh persentase sensitivitas perhitungan sebesar 100%, spesifisitas 100%, dan akurasi 100%. Gambar 1 menampilkan matriks konfusi data pakar lapangan berdasarkan model klasifikasi Convolutional Neural Network (CNN).



Gambar 3: Matriks konfusi

Tabel 2: Hasil dataset

Dataset	Evaluasi performa
Kebenaran Ahli	Sensitivity $\frac{TP}{TP+FN} = \frac{17}{17+0} = 1 \times 100 = 100 \%$
	Specificity $\frac{TN}{TN+FP} = \frac{17}{0+17} = 1 \times 100 = 100\%$
	Accuracy $\frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} = \frac{17+17}{17+0+17+0} = \frac{34}{34} = 1 \times 100\% = 100\%$

Dari pengujian yang telah dilakukan, jumlah positif benar (TP), negatif benar (TN), negatif salah (FN), positif salah (FP) akan diukur dari pengujian yang dilakukan. *Sensitivity* (SN) definisi benar pada positif benar, sedangkan *specificity* (SP) ditentukan untuk setiap pengujian pada identifikasi salah dari negatif benar. Tingkat akurasi diukur sebagai proporsi hasil nyata di antara jumlah total kasus yang diuji dalam matriks ketidakpastian (baik positif benar maupun negatif benar).

3.1.2 Klasifikasi Model WEKA

Pada pengklasifikasian dengan menggunakan model WEKA, dataset yang telah dijadikan dalam bentuk .csv (Comma-Separated Values) yang digunakan untuk klasifikasi. Langkah pertama memilih file yang telah di tentukan, kemudian memilih model klasifikasi yang akan digunakan seperti naïve bayes, SMO, IBk, dan Trees.J48. Selanjutnya, jika telah memilih model klasifikasi, lalu klik button start yang tersedia dan hasil akan muncul pada *classifier output* dan dapat dilihat tingkat akurasi dengan cepat tanpa melakukan codingan. Pada tabel 2 menunjukkan hasil dataset dari menggunakan klasifikasi model WEKA.

Tabel 3: Kesimpulan Dataset Model WEKA

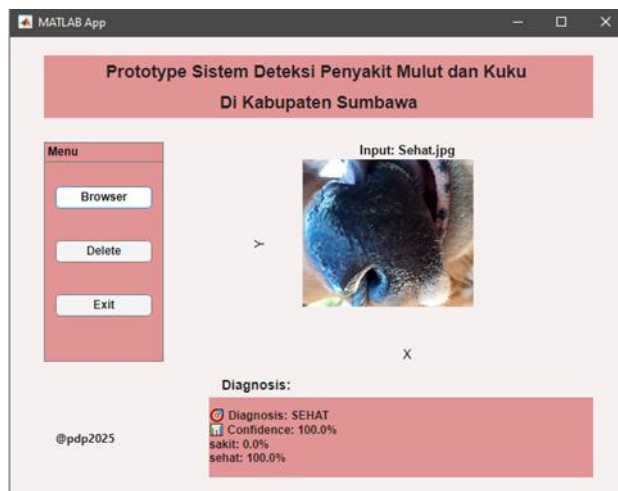
Algorithm (Total instances:200, expert)	Correctly Classified Instances % (value)	Incorrectly Classified Instances % (value)	Time Taken (seconds)	Kappa Statistic	Mean absolute error	Root mean squared error	Relative absolute error (%)	Root relative squared error (%)
Naïve Bayes	79.4118%	20.5882%	0	0.3902	0.2015	0.3462	62.4819%	86.5044%
SMO	90 %	10%	0.02	0.6154	0.1	0.3162	31.0073 %	79.0058%
IBK	87.6471 %	12.3529 %	0	0.6097	0.6097	0.3492	39.6398%	87.2547%
Trees.J48	86.4706%	13.5294 %	0.02	0.5627	0.1245	0.3036	38.5896%	75.8438%

Adapun kesimpulan dari klasifikasi model yang digunakan, klasifikasi yang menggunakan model SMO lebih unggul dengan jumlah nilai akurasi yang didapat yaitu (90%) dibandingkan dengan model klasifikasi IBk dengan nilai akurasi (87.6471%), kemudian diikuti oleh model Trees.J48 dengan nilai akurasi (86.4706%), dan terakhir model naïve bayes dengan nilai akurasi (79.4118%). Terjadi perbedaan hasil akurasi dari algoritma klasifikasi karena tingkat *error* dari setiap algoritma berbeda. Oleh karena itu, penerapan klasifikasi model WEKA mudah untuk digunakan dan hasil akurasi untuk membandingkan dengan sistem yang diusul oleh peneliti.

3.2 Preprocessing

Pada metode preprocessing sistem deteksi otomatis penyakit mulut dan kuku (PMK) yang sudah dilakukan pada penelitian ini yaitu melakukan konversi gambar dari grayscale ke dalam bentuk red, green, blue (RGB). Kemudian memeriksa jumlah channel gambar, jika 1 berarti gambar grayscale (hanya satu channel) dan jika 3 berarti sudah dalam bentuk RGB (3 channel: Red, Green, Blue). Selanjutnya menduplikasi channel grayscale 3 kali, sehingga gambar grayscale diubah menjadi gambar RGB. Berikutnya, mengubah ukuran gambar dengan variabel target ukuran 100 x 100. Misalkan gambar berukuran 200x150 diubah menjadi 100x100 piksel. Tahapan berikut memastikan tipe data dengan melakukan pengecekan apakah tipe data gambar sudah berbentuk uint8 (0 hingga 255) dan jika belum, maka gambar dikonversi ke uint8 menggunakan `im2uint8`. Terakhir, Menampilkan ukuran gambar yang sudah diproses di *command windows*.

Desain *interface* aplikasi sistem deteksi otomatis penyakit mulut dan kuku (PMK) menggunakan *App Designer* yang telah dirancang peneliti. Gambar 2 menampilkan design interface yang digunakan pada deteksi penyakit mulut dan kuku (PMK).



Gambar 4: *Design interface* penyakit mulut dan kuku (PMK)

Desain interface yang dibangun oleh peneliti sangat mudah untuk di implementasikan pada petugas Kesehatan hewan, hanya dengan mengklik button browser kemudian memilih gambar citra digital dan secara otomatis akan menampilkan hasil diagnosis pada layar. Terdapat button delete yang berfungsi untuk menghapus gambar, dan button exit berfungsi untuk keluar dari sistem.

3.3 Evaluasi Sistem Penyakit Mulut dan Kuku

Berdasarkan dataset pakar yang digunakan, akurasi yang tertinggi yaitu Convolutional Neural Network (CNN) dengan nilai akurasi (100%) dikarenakan jumlah dataset yang digunakan terlalu kecil, dan kurang variatif. Kemudian dari aplikasi WEKA diikuti oleh SMO dengan nilai akurasi (90%), selanjutnya IBk dengan akurasi (87%), Trees.J48 dengan nilai akurasi (86%) dan terakhir Naive Bayes dengan akurasi (79%). Terjadi perbedaan hasil akurasi dari algoritma klasifikasi WEKA karena tingkat *error* dari setiap algoritma berbeda. Berdasarkan hasil evaluasi sistem yang dibangun, sistem yang diusul dengan menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) memiliki performa lebih baik dari aplikasi WEKA. Tabel 3 menampilkan ringkasan akurasi evaluasi sistem.

Table 3: Ringkasan Akurasi Algoritma

Dataset	Algorithm	Accuracy
Pakar	CNN	100 %
WEKA	SMO	90 %
	IBk	87 %
	Trees.J48	86%
	Naïve Bayes	79%

4. KESIMPULAN

Untuk menjawab pertanyaan dari penelitian ini, salah satu teknik pemrosesan khususnya pada citra digital adalah ekstraksi fitur secara otomatis. Ada beberapa teknik untuk mengembangkan sistem skrining dan klasifikasi otomatis untuk penyakit mulut dan kuku (PMK) menggunakan citra digital untuk mendeteksi penyakit mulut dan kuku (PMK) tahap awal. Pengklasifikasi yang diusulkan yaitu model Convolutional Neural Network (CNN) di mana ekstraksi fitur secara otomatis pada dasarnya sudah tertanam dalam tahap klasifikasi. Convolutional Neural Network (CNN) adalah model klasifikasi yang banyak digunakan oleh peneliti saat ini. Model Convolutional Neural Network (CNN) merupakan bagian dari deep learning yang efektif dalam melakukan klasifikasi, deteksi objek, analisis citra, dan lainnya. Convolutional Neural Network (CNN) yang meniru cara kerja korteks visual manusia dengan memproses gambar secara bertahap dimulai dari mengekstraksi fitur spasial melalui convolution, selanjutnya pemilihan fitur penting melalui pooling, dan terakhir melakukan klasifikasi menggunakan *fully connected layers*. Pada evaluasi sistem, berdasarkan dataset pakar yang

digunakan, akurasi yang tertinggi yaitu Convolutional Neural Network (CNN) dengan nilai (100%), kemudian dari aplikasi WEKA diikuti oleh SMO dengan nilai akurasi (90%), selanjutnya IBk dengan akurasi (87%), Trees.J48 dengan nilai akurasi (86%) dan terakhir Naive Bayes dengan akurasi (79%). Berdasarkan hasil evaluasi sistem yang dibangun, sistem yang diusul dengan menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) memiliki performa lebih baik dari aplikasi WEKA. Adapun keterbatasan dari penelitian ini yaitu dataset penyakit mulut dan kuku (PMK) yang digunakan yang terlalu kecil.

REFERENCES

- [1] E. B. Susila *et al.*, “Detection and identification of foot-and-mouth disease O/ME-SA/Ind-2001 virus lineage, Indonesia, 2022,” *Journal of Applied Animal Research*, vol. 51, no. 1, pp. 487–494, Jul. 2023, doi: 10.1080/09712119.2023.2229414.
- [2] Longjam N, Deb R, Sarmah AK, Tayo T, Awachat VB, Saxena VK. A brief review on diagnosis of foot-and-mouth disease of livestock: Conventional to molecular tools. *Vet Med Int*. 2011;2011.
- [3] World Organisation for Animal Health. (2025, July 31). *Technical Disease Card: Foot and mouth disease - WOA - World Organisation for Animal Health*. WOA - World Organisation for Animal Health. <https://www.woah.org/en/document/technical-disease-card-fmd/>
- [4] M. R. Rohma, A. Zamzami, H. P. Utami, H. A. Karsyam, and D. C. Widianingrum, “Kasus penyakit mulut dan kuku di Indonesia: epidemiologi, diagnosis penyakit, angka kejadian, dampak penyakit, dan pengendalian,” *Conference of Applied Animal Science Proceeding Series*, vol. 3, pp. 15–22, Nov. 2022, doi: 10.25047/animpro.2022.331.
- [5] BNPB.(2022). Retrieved from Pusat Data, Informasi dan Komunikasi : <https://bnpb.go.id/berita/kenaikan-kasus-pmk-di-sumbawa-diduga-dari-lalulintas-truk-logistik>.
- [6] Z. Dinana, F. A. Rantam, S. Suwarno, I. Mustofa, J. Rahmahani, and K. Kusnoto, “Detection of foot and mouth disease virus in cattle in Lamongan and Surabaya, Indonesia using RT-PCR method,” *Jurnal Medik Veteriner*, vol. 6, no. 2, pp. 191–196, Oct. 2023, doi: 10.20473/jmv.vol6.iss2.2023.191-196.
- [7] Subramaniam S, Mohapatra JK, Sahoo NR, Sahoo AP, Dahiya SS, Rout M, et al. Foot-and-mouth disease status in India during the second decade of the twenty-first century (2011–2020). *Vet Res Commun [Internet]*. 2022;46(4):1011–22. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11259-022-10010-z>
- [8] Novitasari D, Irawan B, Prasasti AL. Early Detection of Hand, Foot, and Mouth Disease based on Palmprint using Certainty Factor as Expert System Method based on Android. *J Phys Conf Ser*. 2019;1201(1).
- [9] Morris RS, Sanson RL, Stern MW, Stevenson M. Decision-support tools for foot and mouth disease Why decision-support tools are needed. 2014;(January 2003).
- [10] N. Nurohman, N. R. Heriansyah, N. D. A. Verano, and N. Z. R. Mair, “DETEKSI PENYAKIT DIABETES RETINOPATHY MENGGUNAKAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN),” *Prosiding SNAST*, pp. E29-37, Nov. 2024, doi: 10.34151/prosidingsnast.v1i1.5021.
- [11] Siska SAO. Automatic Detection of Diabetic Retinopathy Eye Fundus Images Using Matlab. bit[Internet]. 2024Dec.25[cited 2025Jun.9];5(4):355-365. Available from: <https://www.journal.fkpt.org/index.php/BIT/article/view/1742>
- [12] N. Tundo, F. A. Prayogo, and N. Sugiyono, “Automatic detection of skin diseases using convolutional neural network algorithms,” *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, vol. 4, no. 3, pp. 896–907, Dec. 2024, doi: 10.35870/ijsecs.v4i3.3021.
- [13] K. L. S. P. R. M. Prof. Dr. P. D. Khandait, “Deep Learning-Based Cattle Disease Detection: A CNN Approach for Identifying Lumpy Skin Disease and Foot-and-Mouth Disease,” *INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH IN TECHNOLOGY*, vol. 11, no. 10, pp. 1068-1077, 2025.
- [14] R. Danantyo Andaru Kusumo, S. E. (2023). Penerapan Serverless Computing Dalam Mendeteksi Penyakit Mulut Dengan Metode CNN. *JURNAL ELEKTRONIKA DAN KOMPUTER*, 230-238.
- [15] Moch. Z. S. Hadi, R. B. Fahreza, D. Dwimagfiroh, A. Pratiarsa, and H. Mahmudah, “Detection System of Cattle Foot and Mouth Disease (FMD) using Deep Learning,” in *Advances in engineering research/Advances in Engineering Research*, 2024, pp. 339–351. doi: 10.2991/978-94-6463-364-1_32.
- [16] D. Sutaji and H. Rosyid, “Convolutional Neural Network (CNN) models for crop diseases classification,” *Kinetik Game Technology Information System Computer Network Computing Electronics and Control*, Jun. 2022, doi: 10.22219/kinetik.v7i2.1443.
- [17] R. K. Lomotey, S. Kumi, R. Orji, and R. Deters, “Automatic detection and diagnosis of cocoa diseases using mobile tech and deep learning,” *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*, vol. 10, no. 1, pp. 92–119, Dec. 2023, doi: 10.1504/ij sami.2024.135403.
- [18] S. S. Rahim, V. Palade, J. Shuttleworth, and C. Jayne, “Automatic screening and classification of diabetic retinopathy and maculopathy using fuzzy image processing,” *Brain Informatics*, vol. 3, no. 4, pp. 249–267, Mar. 2016, doi: 10.1007/s40708-016-0045-3.
- [19] F. D. Wibowo, I. Palupi, and B. A. Wahyudi, “Image detection for common human skin diseases in Indonesia using CNN and Ensemble Learning method,” *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 3, no. 4, pp. 527–535, Sep. 2022, doi: 10.47065/josyc.v3i4.2151.
- [20] Q. Yas, A. Alazzawi, and B. Rahmatullah, “A Comprehensive Review of Software Development Life Cycle methodologies: Pros, Cons, and Future Directions,” *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, pp. 173–190, Nov. 2023, doi: 10.52866/ijscm.2023.04.04.014